

날개형 임플란트가 상악동에 의해 제한된 골량을 가진 상악골에서 사용시 침하력에 대한 저항능력에 관한 연구

김진수¹, 홍남희¹, 이영만², 공윤수³, 최동주⁴

¹치아사랑치과, ²은평치과, ³미보치과, ⁴라이프치과

Registration ability against sinking of implant of wing type implant on the maxilla with limited volume of remaining bone

Jin Soo Kim¹, Nam Hee Hong¹, Young Man Lee², Yoon Soo Gong³, Dong Ju Choi⁴

¹Chia-Sarang Dental Clinic, ²Eun-Pyeong Dental Clinic, ³Mi-Bo Dental Clinic, ⁴Life Dental Clinic

During surgery on maxilla with enlarged maxillary sinus, it is very complex and has many complications such as maxillary sinusitis, bleeding, implant entrapment into sinus, etc. In addition under occlusal forces or eccentric forces on the implant, various vectors of forces should be applied on implant and surrounding bone, and as a result, lateral and vertical displacement can be occurred. Also the stress evoked bone deformation and it may concentrated on the nearest site from the apex of implant. This phenomenon may resulted by bone resorption especially. We designed short implant with wing shaped structure which was added on the implant neck portion and wanted to know how much this implant resist against occlusal stress. In addition we measured the difference of lateral displacement, vertical displacement, and bone deformation on the nearest portion from the apex of implant. We tested for 4.0 mm diameter and 10.0 mm length implant for control and 7.0 mm length implant with wing size of 0.3 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1.0 mm and 5.6 mm length implant with wing size of 0.3 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1.0 mm. But in 5.6 mm length implant, too much displacement occurs even they have large wing especially in vertical displacement. In 7.0 mm length implant, it shows better standing effect even it has 0.5 mm wing by vertical and horizontal direction. By this study we found that less than 8.0 mm length implant can be used by clinicians safely on the maxilla with enlarged sinus, and this may do change the preconception that less than 8.0 mm length implant is dangerous. And also further study must be considered to put shorter implant into the maxilla. (THE JOURNAL OF KOREAN ACADEMY OF OSSEOINTEGRATION 2019;11(1):22-33)

Key words: Wing type implants, Effects on maxillary sinus, Lateral and vertical displacement

INTRODUCTION

치아 상실시 보철적 수복을 하는 경우 임플란트는 장기적으로 사용이 가능하고 환자의 입장에서 불편함을 최소화 할 수 있는 대표적인 방법이다. 그러나 임상에서 상악골에 사용되는 임플란트는 골질이 약한 경우 특히 발치를 한 후 오랜 시간이 지나서 상악골의 흡수가 심해지면서 상악동이 확대 되어 있는 경우에 약한 골질과 함께 치조골의 절대 양이 부족하게 되어서 임플란트를 이용한 수복이 어려워 지게 된다. 이를 해결하기 위해서 임플란트가 식립 될 골의 높이와 넓이를 보충 해 주기 위한 방법을 사용하며 그 중 하

나가 상악동 골 이식술이다.

그렇지만 상악동에 골 이식술을 사용하는 과정이 매우 어렵고 복잡하며 술후 심한 부종이나 상악동염의 발생, 과도한 출혈, 임플란트가 상악동의로 함입되어 들어가는 현상 등 이로 인한 부작용이 또한 자주 발생하게 된다.

또한 임플란트는 구강내에서 다양한 힘을 받게되며 이 힘에 의해서 임플란트에 응력이 발생하게 되고 이때 발생하는 힘은 주변의 골에 전달되어 주변골에 응력을 발생시킨다. 이때 임플란트에 주로 가해지는 수직력은 임플란트에 침하력을 발생하게 되지만 이 힘은 골의 탄성과 저항에 의해서 상쇄된다.

Received September 22, 2019, Revised October 13, 2019, Accepted October 15, 2019

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

교신저자: 최동주, 12556, 경기도 양평군 양평읍 역전길 24, 라이프치과

Corresponding Author: Dong Ju Choi, Life Dental Clinic, 24 Yeokjeon-gil, Yangpyeong-eup, Yangpyeong 12556, Korea, Tel: +82-31-775-8081, Fax: +82-31-775-8082, E-mail: djcdavid@hanmail.net

그러나 교합력이 가해질 때 이것이 주변의 골에 과도한 응력으로 작용하게 되면 기저골에서 응력을 견딜 수 없는 상태까지 되는 경우가 발생하면 골의 흡수와 함께 임플란트의 동요가 발생하고 이때 발생하는 동요는 임플란트가 치조골에서 탈락되거나 임플란트 사용 시 통증을 유발하게 되어 결국은 임플란트를 제거해야 하는 상황이 발생하게 된다. 또한 수직력에 의한 침하현상이 골질이 약한 상악동 하방이나 골질이 약해져있는 하악골에서 하치조 신경의 직상방에서 일어나는 경우 수술 후에 심각한 후유증을 유발하기도 한다.

골질이 약한 경우에 이를 해결하기 위해서 사용하는 방법들로 는 골 이식을 시행하고 장기간 기다리는 방법, 직경이 넓은 임플란트를 사용하는 방법, 골 이식술을 이용하는 방법, 등이 사용되고 있다. 그러나 이런 방법들은 수술이 복잡하고 임플란트를 이용해서 수복하는데까지 걸리는 시간이 너무 많아지게 되는 단점이 존재하게 된다.

임플란트가 수직력에 저항하기 위해서는 구조적인 개선이 필요하며 본 연구에서는 임플란트의 상부에 날개를 넓게 형성하고 임플란트의 길이를 줄여 주면서 골 이식에 대한 필요성을 최소화하고 약한 골질을 최대한도로 보호할 수 있는 구조를 만들어 보고자 하였다.

기존에 박 등¹이나 이 등²에 의해서 발표된 바 있는 날개형 임플란트는 가능 한 통상적인 임플란트를 사용 하는 것을 전제로 하였고 날개의 길이도 전치부 심미를 고려하여 1 mm 이내로 하였기때문에 골질이 과도하게 약해져 있고 상악동이 확장되어 있는 상악골의 상황에서는 사용이 제한 될 수 밖에 없는 한계점을 가지고 있다.

그렇지만 상기 논문들에서 밝혀진 바와 같이 날개를 가지고 있는 임플란트는 수직력이 가해졌을 때 수직적인 침하에 대한 저항성이 현저히 커지는 것을 관찰하게 되는데 이 시험들은 수직력에 대한 침하 저항성을 위한 것이라기 보다는 주변에 가해지는 응력 분산에 초점이 맞추어져진 연구이며 임플란트의 길이도 10 mm에 맞추어져 있어서 상악동이 커져 있는 상황에서는 사용하기에 제한되는 한계를 가지고 있다.

본 실험은 날개의 길이를 가능한 넓혀 보면서 짧은 임플란트로 시술을 했을 때 치조골에서 응력이 적절히 분산되고 저작력을 견딜 수 있으며 침하에 대한 적극적인 저항 능력을 가지는 조건을 찾아보고자 하였다.

또한 상악동에 의해서 잔존 치조골의 양이 제한되는 경우 식립된 임플란트에 저작력이 가해질 때 기존의 임플란트와 새로운 구조를 가지고 있는 임플란트가 서로 다른 힘의 분산 능력을 가지게 되면서 주변 골에 영향을 주게 되는데 이때 새로운 형태를 가지고 있는 임플란트가 상악동에 침하되어 들어가는 양을 최소화 함으로 안정적인 임플란트로 자리 잡을 수 있는가의 여부를 살펴보고자

한다.

이를 위해서 날개 구조의 길이와 임플란트의 자체 길이를 변화시키면서 침하력의 차이에 대한 차이가 발생하는지에 대한 실험을 진행하고 이것을 표준 임플란트의 침하 저항성과 비교하여 치조골의 변형에 미치는 정도를 측정 해 보았다. 또한 임플란트의 자체의 길이를 어느 정도까지 줄이는 것이 가능한지에 대한 기준을 살펴 보았다.

MATERIALS AND METHODS

1. 임플란트 디자인

실험에 사용되는 임플란트는 Neo-biotech사의 표준 임플란트를 기초로 하였다. 실험을 위해 임플란트의 길이는 10 mm, 7.0 mm, 5.6 mm의 3가지를 선택하였고 각각의 임플란트에 대해서 날개의 길이를 0.3 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1.0 mm로 변화시켜 가면서 임플란트 길이의 변화와 날개 길이의 변화에 따른 교합력의 수평 및 수직 분산 정도를 측정하였다(Neo-biotech Co, Seoul, Korea).

10 mm 임플란트는 일반적으로 사용되는 길이의 임플란트이며 통상적으로 8 mm의 길이를 가진 임플란트까지 안전하게 사용한다는 개념을 감안하여 이보다 짧은 길이인 7 mm의 임플란트 그리고 상악동의 잔존골이 6 mm가 남아 있는 경우 상악동 골 이식술 없이 안전하게 임플란트를 식립할 수 있도록 5.6 mm의 짧은 임플란트를 가지고 각각의 안정성에 대해서 비교 분석을 시행 하였다(Figure 1).

2. 악골 모형

악골의 모형은 임플란트가 식립된 CT를 기준으로 하여 제작하였다. CT영상을 얻기 위해서 Master 3D CT (Vatech Korea Inc, Seoul, Korea)를 사용하였으며 90.0 kVp, 30 mA,의 조건으로 촬영

Simulation 대상

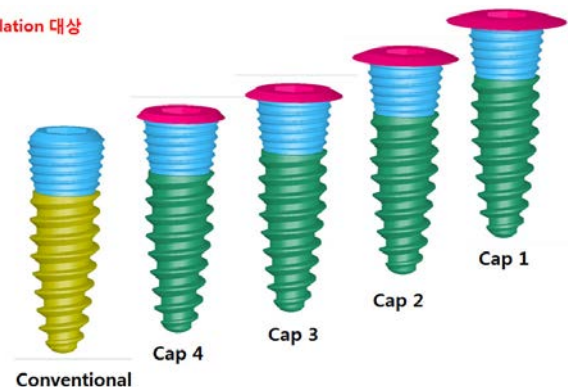


Figure 1. Modification of fixture design (Cap4: 0.3 mm, Cap3: 0.5 mm, Cap2: 0.7 mm, Cap1: 1.0 mm).

하였고 Ez-implant software를 이용하여 분석하였다. 임플란트는 10°의 각도를 가지고 치조골에 식립되어 있으며 치조골은 피질골과 골수 부분을 표현하였다(Figure 2).

또한 기본적인 임플란트의 상부에 날개형태의 변형된 구조를

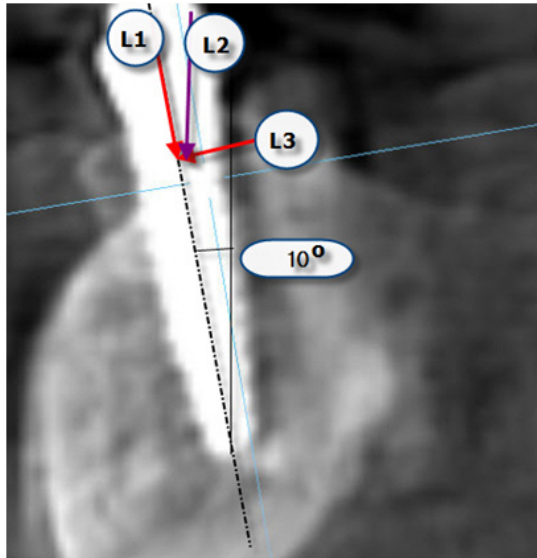


Figure 2. Force direction analysis on implant.
L2: Oblique Load : 300 N, L1: Vertical Load : $300 * \cos(10^\circ) = 295.4 \text{ N}$,
L3: Horizontal Load : $300 * \sin(10^\circ) = 52.1 \text{ N}$.

설계하여 이를 3D 이미지로 만들고 각각에 대한 유한요소 모델을 제작하였다.

3. 유한요소 모델

환자의 CT영상을 기준으로하여 한요소 모델을 만들과 이를 분석하기 위해서 Figure 3-1과 같이 임플란트의 크기별로 유한요소 모델을 만들었다.

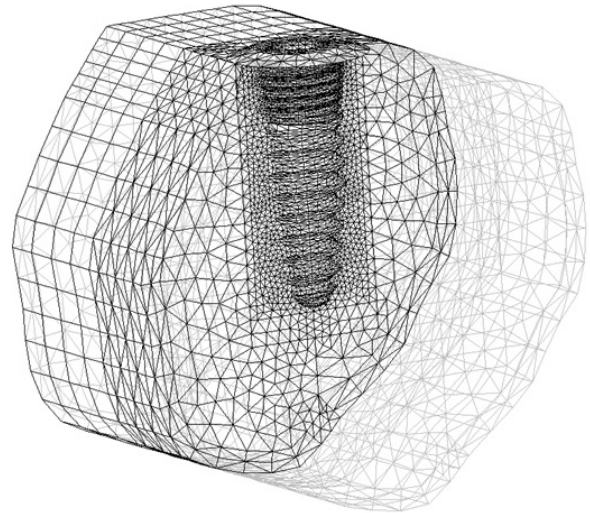


Figure 3-2. Finite element analysis model based on the CT scan image.

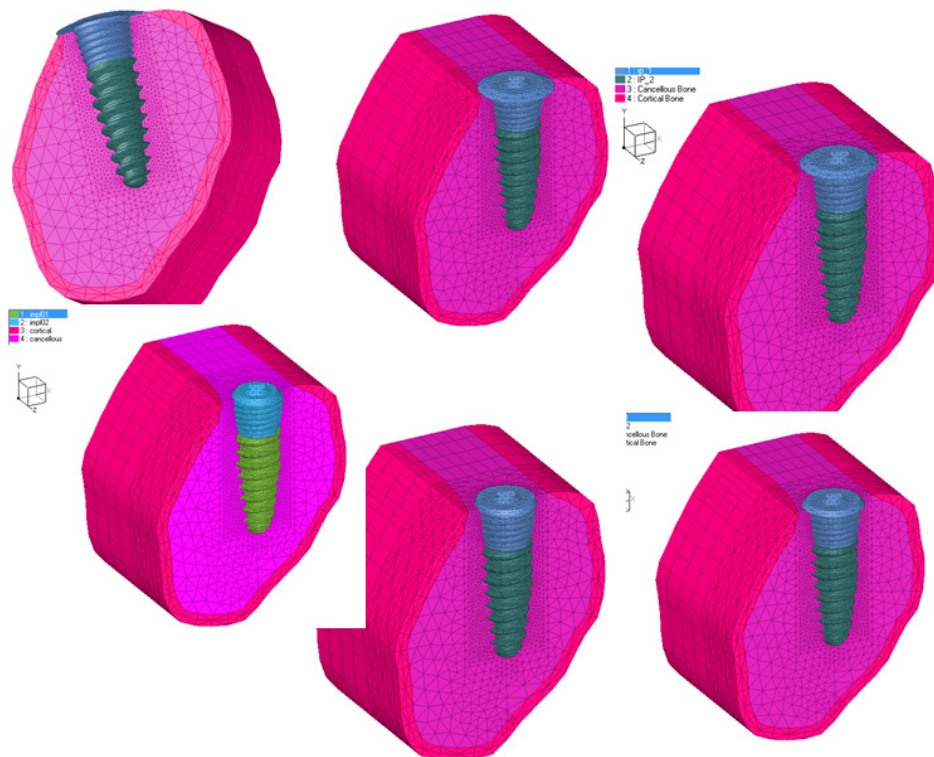


Figure 3-1. Finite element analysis models of each experimental designs.

FEA (Finite Element Analysis) 즉 유한요소모델은 피질골과 망상골 그리고 임플란트로 작업을 하였으며 치조골의 형상은 CT촬영에서 나온 좌표를 이용하였다. 임플란트 주변은 결과의 정확성을 높이기 위해서 조밀하게 메쉬를 작성하였다(Figure 3-2).

4. 응력의 분석

응력이 교합면으로 가해지면 10° 기울어진 임플란트에는 $300 \times \cos(10^\circ) = 295.4 \text{ N}$ 의 힘이 가해지고 임플란트의 측방으로 $300 \times \sin(10^\circ) = 52.1 \text{ N}$ 의 힘이 가해지게 된다. 이 때 임플란트에 가해지는 힘에 의해서 주변 골에 응력이 발생하게 되는데 이로 인해서 발생하는 주변골의 침하와 변형을 측정하고 악골 모형에서 하방부위에 임플란트와 가장 근접 해 있는 부위(이 부위는 상악동과 임플란

트와접합부위로 판정한다)의 골 변형에 미치는 영향력을 산정한다.

응력을 측정하기 위해서는 임플란트와 골의 물성을 알아보아야 하며 이들에 대한 young's modulus와 poisson ratio를 알아보았으며 분석에 사용한 요소들을 Table 1에서 보여주고 있다.

5. Simulation 방법

Simulation을 위해서 임플란트에 가해지는 힘은 Lin등이 임플란트를 한 대상에서 교합력에 의한 하중이 42~412 NCm이라고 한 것을 참고로 하여 본 연구에서는 300 NCm의 하중을 산정하였다.

측정 조건은 Displacement (X축 변형)와 Settlement (Y축 변형)를 중심으로 하였으며 임플란트 하방에 잔존 치조골의 양이 가장 적은 부위의 골 변형(Deformation)을 측정하였다.

해석 조건은 Tetra Element와 Prism Element로 작성되었고 각각의 임플란트들은

절점수 13236, 요소수 62902 (convention type)

절점수 13158, 요소수 63491 (0.3mm cap type)

절점수 13218, 요소수 62959 (0.5mm cap type)

절점수 13302, 요소수 64511 (0.7mm cap type)

절점수 13374, 요소수 65059 (1.0mm cap type)

Table 1. Material properties

Material	Young's modulus (GPa)	Poisson ratio
Cortical bone	14.8	0.30
Cancellous bone	1.85	0.30
Titanium	110	0.32
Cobalt-chromium alloy	220	0.30

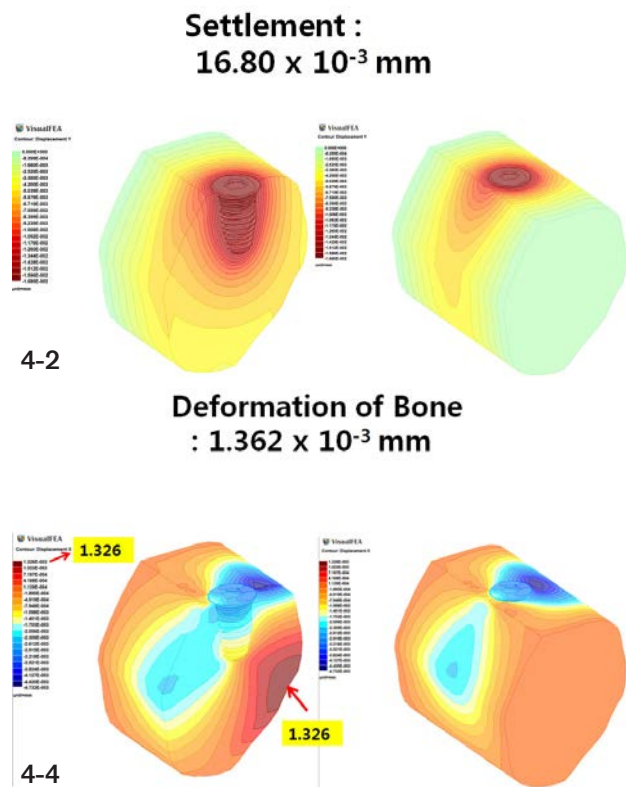
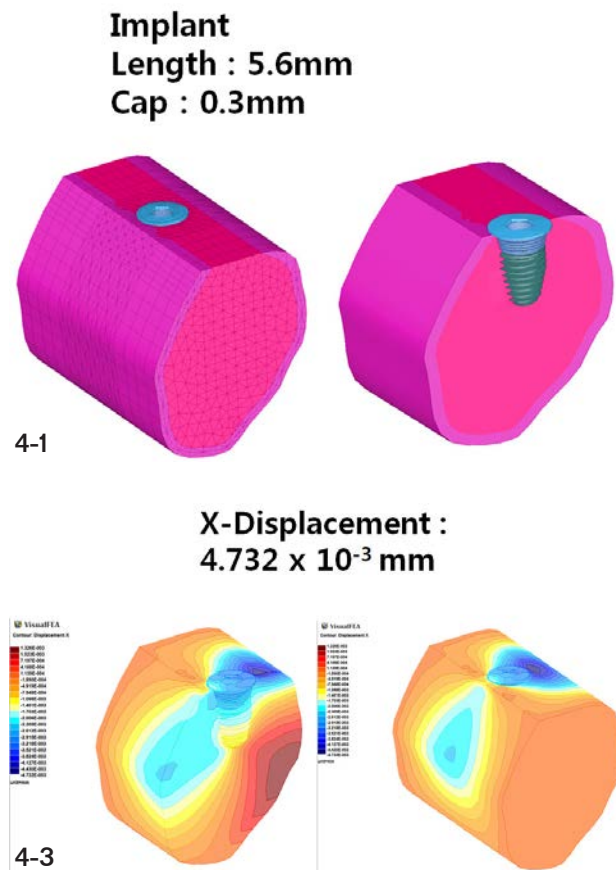


Figure 4. Stress distribution image shown by finite element analysis.

로 만들었으며 3D solid structure, Linear static을 해석하였다.

가해지는 힘의 방향은 임플란트가 10°의 각도로 기울어진 것을 전제로 하여 구강내에서 발생한 수직력이 임플란트에 다양한 방향으로 작용하지만 주된 힘의 방향인 사선 방향과 측방에서 가해지는 힘의 방향에 대해서 적용을 시키며 각각에 대해서 힘의 크기를 계산하고 이것에 따른 응력을 측정하였다.

주어진 힘에 대해서 임플란트가 골내로 침하되어 들어가는 정도를 비교하고 이때 날개의 길이에 따른 변화를 관찰하며 기존의 임플란트 구조와의 차이를 관찰한다. 또한 각각의 임플란트의 길이에서 역학적인 안정성을 얻을 수 있는 최소의 날개 길이가 어느 정도인지를 알아보았다.

RESULTS

임플란트의 길이가 5.6 mm인 경우와 7.0 mm인 경우에 대해서 유한요소 분석을 시행하고 그 결과를 기준에 측정 해 놓은 10.0 mm의 임플란트와의 차이를 측정 하여 다음과 같은 결과를 얻게 되었다.

1. 결과 1

5.6 mm의 임플란트에 0.3 mm의 날개를 형성하고 구강내의 힘에 의해서 발생하는 settlement와 displacement 그리고 임플란트의 최하방부위와 가장 근접한 부분의 피질골 변형을 측정한 결과 각각 16.80×10^{-3} mm, 4.732×10^{-3} mm, 그리고 1.326×10^{-3} mm의 값을 얻었다(Figure 4).

2. 결과 2

5.6 mm의 임플란트에 0.5 mm의 날개를 형성하고 구강내의 힘에 의해서 발생하는 settlement와 displacement 그리고 임플란트의 최하방부위와 가장 근접한 부분의 피질골 변형을 측정한 결과 각각 16.45×10^{-3} mm, 4.410×10^{-3} mm, 그리고 1.299×10^{-3} mm의 값을 얻었다(Figure 5).

3. 결과 3

5.6 mm의 임플란트에 0.7 mm의 날개를 형성하고 구강내의 힘에 의해서 발생하는 settlement와 displacement 그리고 임플란트의 최하방부위와 가장 근접한 부분의 피질골 변형을 측정한 결과 각각 16.27×10^{-3} mm, 4.057×10^{-3} mm, 그리고 1.283×10^{-3} mm의 값을 얻었다(Figure 6).

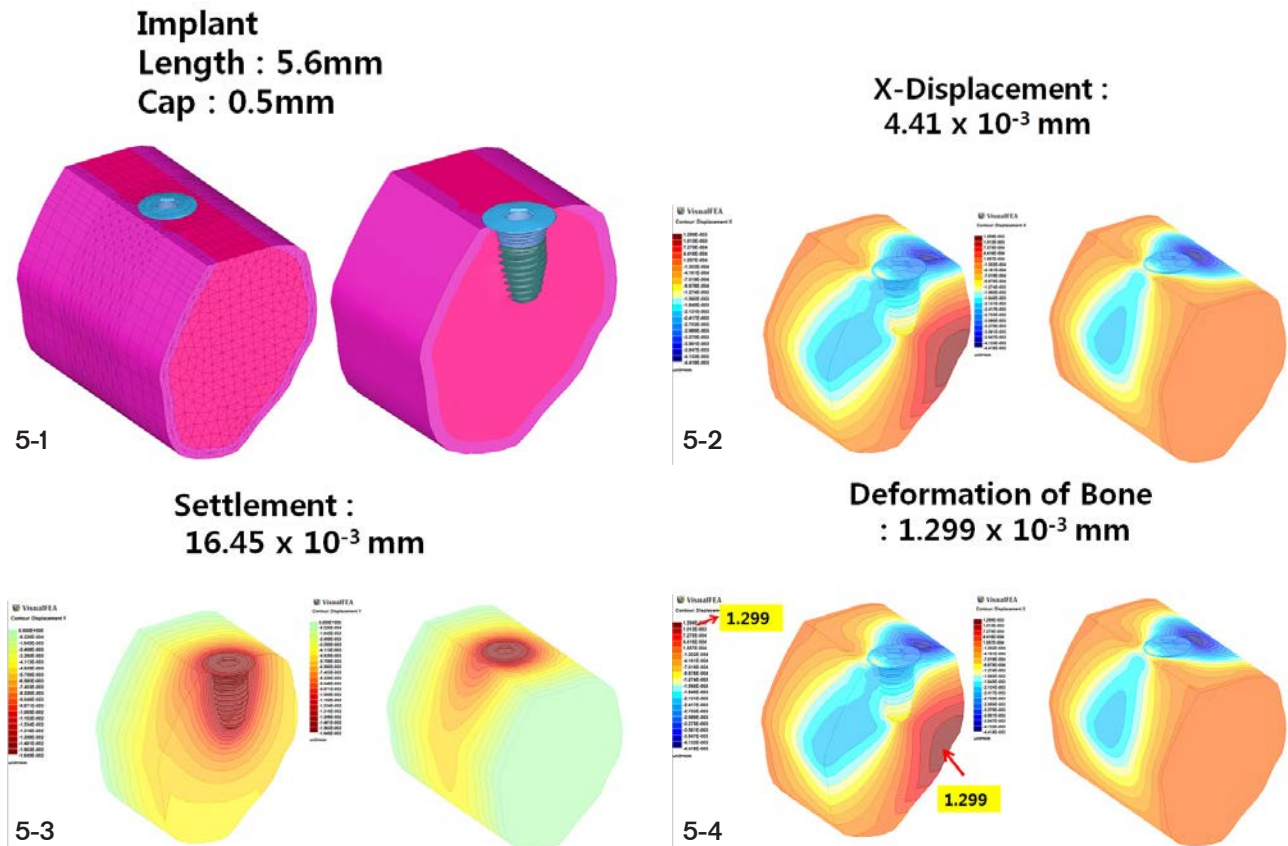


Figure 5. Stress distribution image shown by finite element analysis.

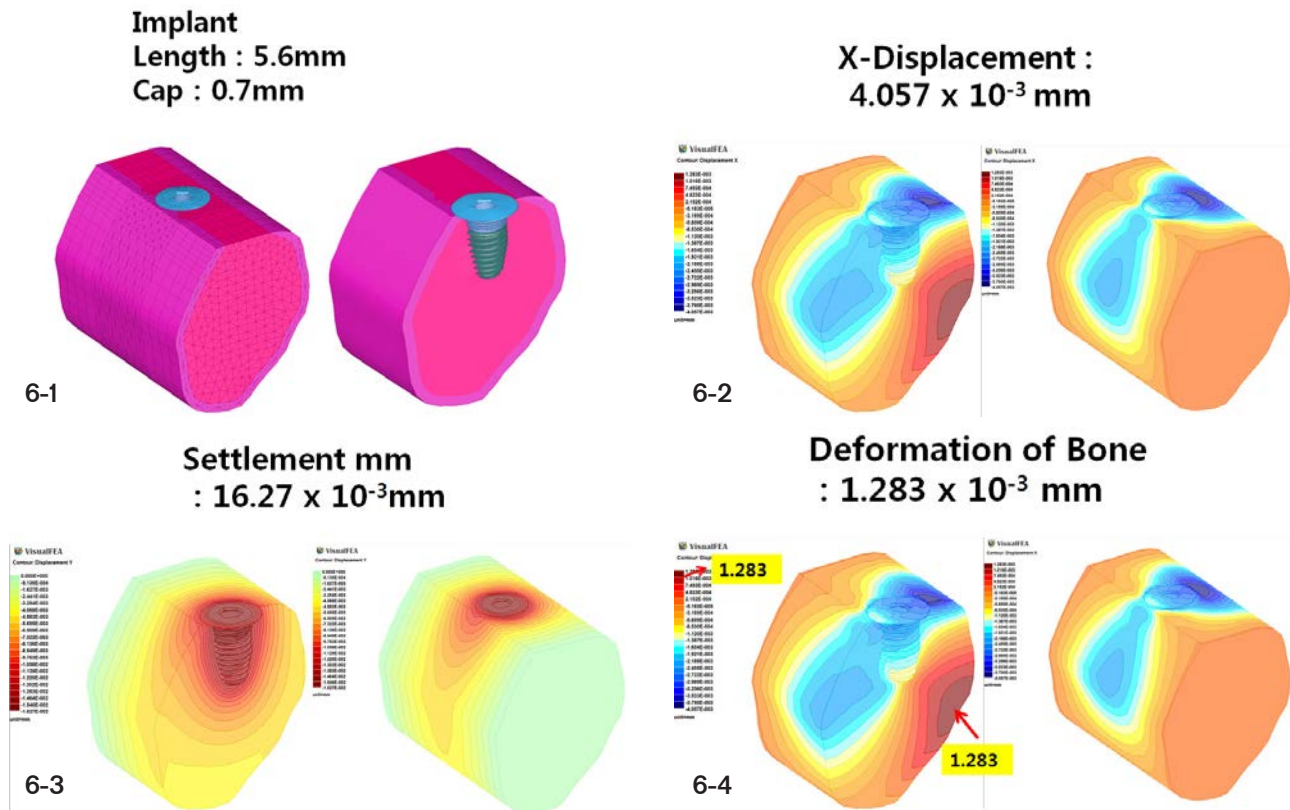


Figure 6. Stress distribution image shown by finite element analysis.

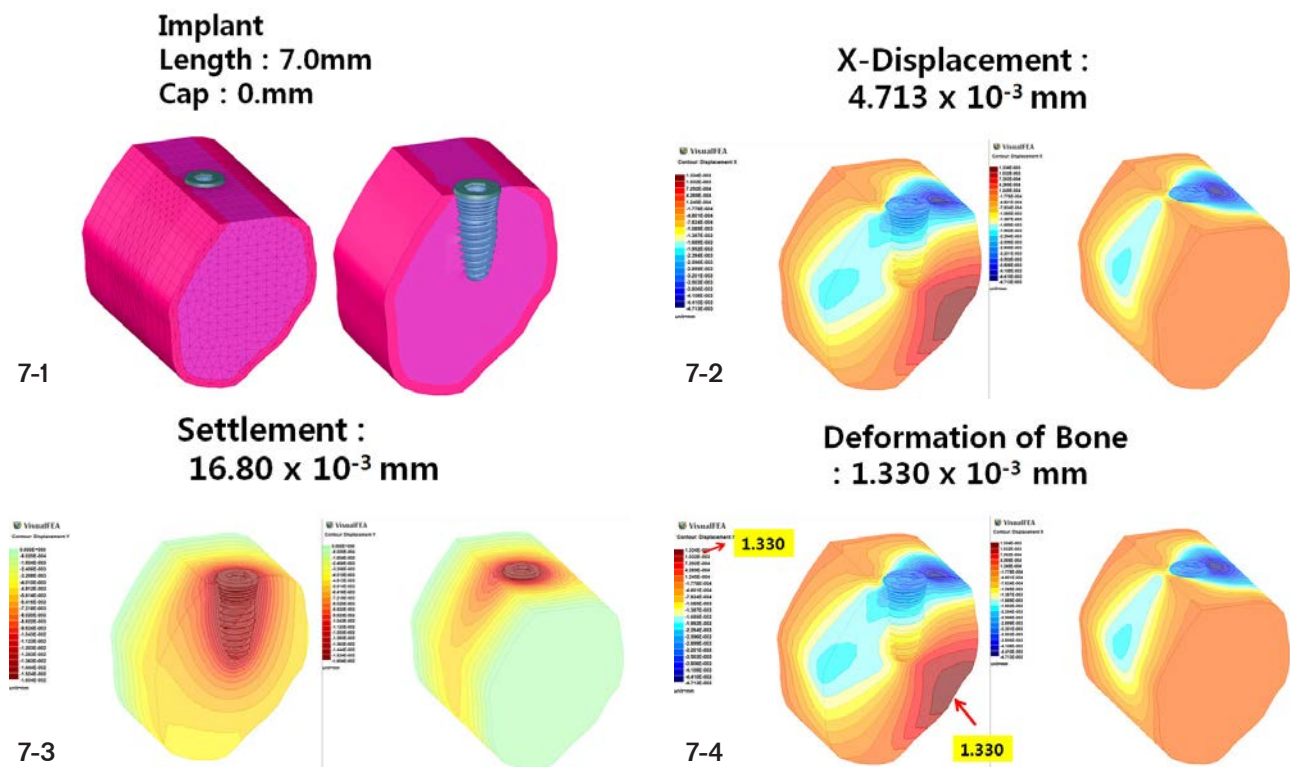


Figure 7. Stress distribution image shown by finite element analysis.

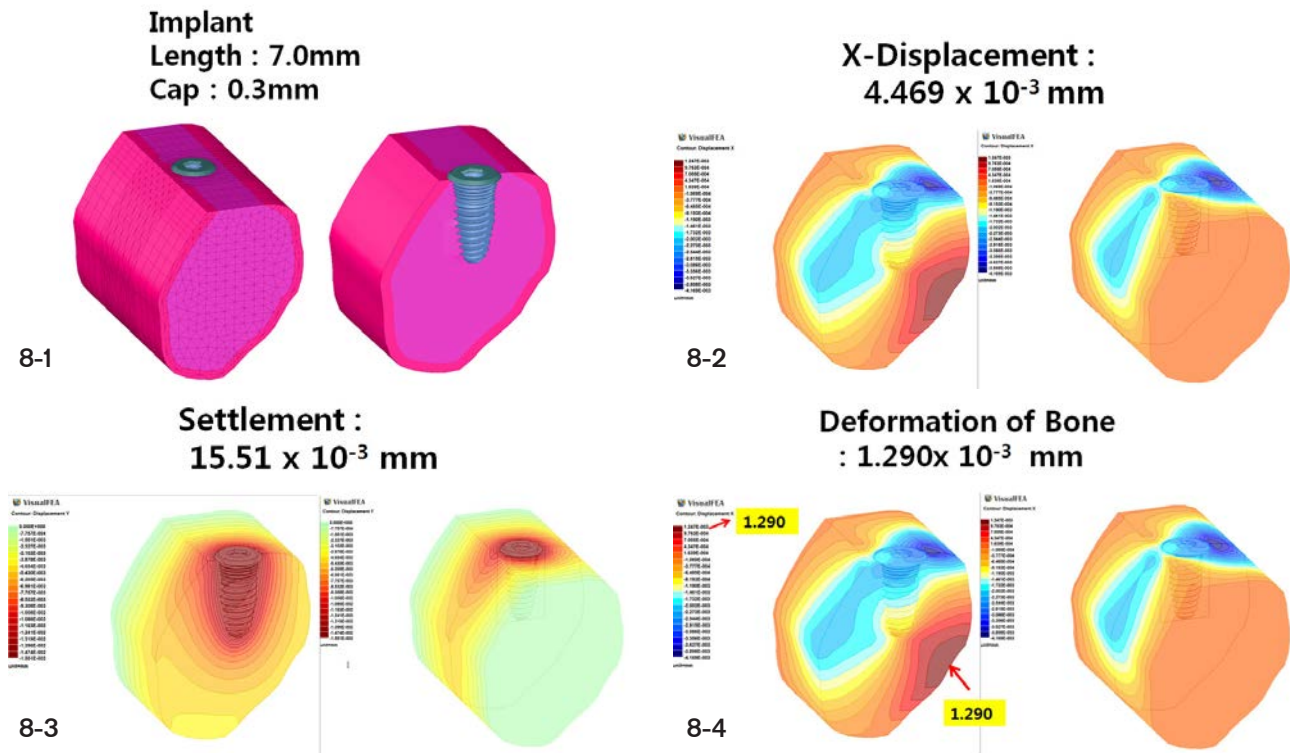


Figure 8. Stress distribution image shown by finite element analysis

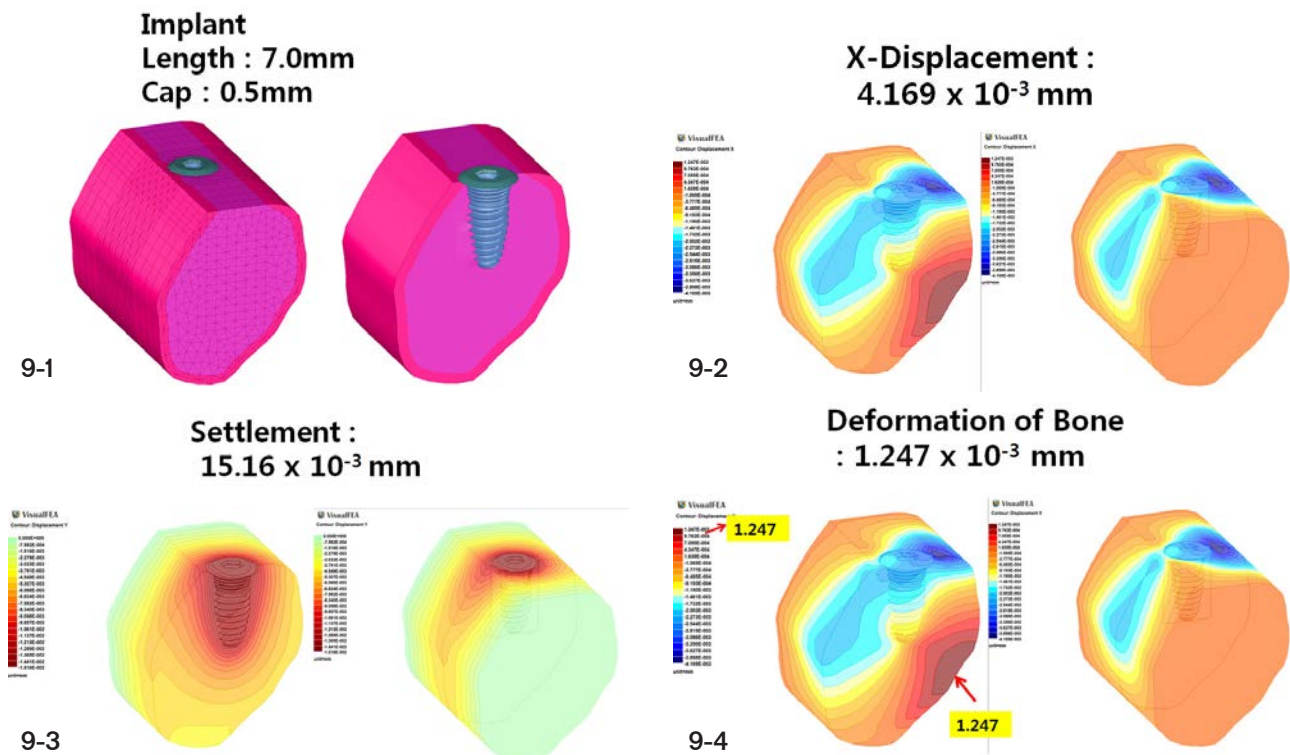


Figure 9. Stress distribution image shown by finite element analysis.

4. 결과 4

7.0 mm의 임플란트에 날개를 형성하지 않고 구강내의 힘에 의해서 발생하는 settlement와 displacement 그리고 임플란트의 최하방부위와 가장 근접한 부분의 피질골 변형을 측정한 결과 각각 16.80×10^{-3} mm, 4.713×10^{-3} mm, 그리고 1.330×10^{-3} mm의 값을 얻었다(Figure 7).

5. 결과 5

7.0 mm의 임플란트에 0.3 mm의 날개를 형성하고 구강내의 힘에 의해서 발생하는 settlement와 displacement 그리고 임플란트의 최하방부위와 가장 근접한 부분의 피질골 변형을 측정한 결과 각각 15.51×10^{-3} mm, 4.469×10^{-3} mm, 그리고 1.290×10^{-3} mm의 값을 얻었다(Figure 8).

6. 결과 6

7.0 mm의 임플란트에 0.5 mm의 날개를 형성하고 구강내의 힘에 의해서 발생하는 settlement와 displacement 그리고 임플란트의 최하방부위와 가장 근접한 부분의 피질골 변형을 측정한 결과 각각 15.16×10^{-3} mm, 4.169×10^{-3} mm, 그리고 1.247×10^{-3} mm의 값을 얻었다(Figure 9).

7. 결과 7

7.0 mm의 임플란트에 0.7 mm의 날개를 형성하고 구강내의 힘에 의해서 발생하는 settlement와 displacement 그리고 임플란트의 최하방부위와 가장 근접한 부분의 피질골 변형을 측정한 결과 각각 14.95×10^{-3} mm, 3.855×10^{-3} mm, 그리고 1.220×10^{-3} mm의 값을 얻었다(Figure 10).

8. 결과 8

7.0 mm의 임플란트에 1.0 mm의 날개를 형성하고 구강내의 힘에 의해서 발생하는 settlement와 displacement 그리고 임플란트의 최하방부위와 가장 근접한 부분의 피질골 변형을 측정한 결과 각각 14.63×10^{-3} mm, 3.334×10^{-3} mm, 그리고 1.182×10^{-3} mm의 값을 얻었다(Figure 11).

위의 결과들을 Table 2에 정리해 놓았다.

DISCUSSION

임플란트가 골 내에서 고정효과를 얻기 위해서는 적당한 길이와 폭이 있어야 하며 길이가 너무 짧아지거나 직경이 가늘어지는 경우 구강내에서 발생하는 힘에 의해서 임플란트의 탈락이나 파절 등의 많은 문제점들을 야기하기도 한다.

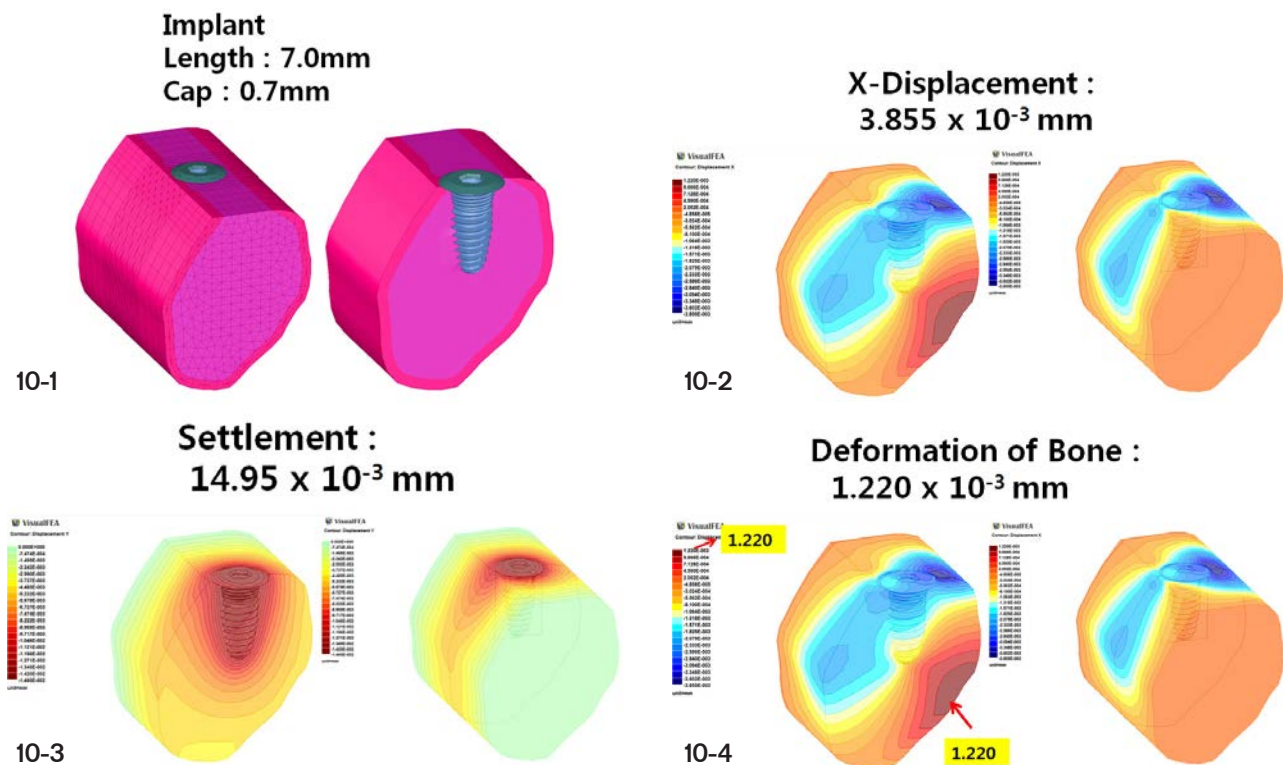


Figure 10. Stress distribution image shown by finite element analysis.

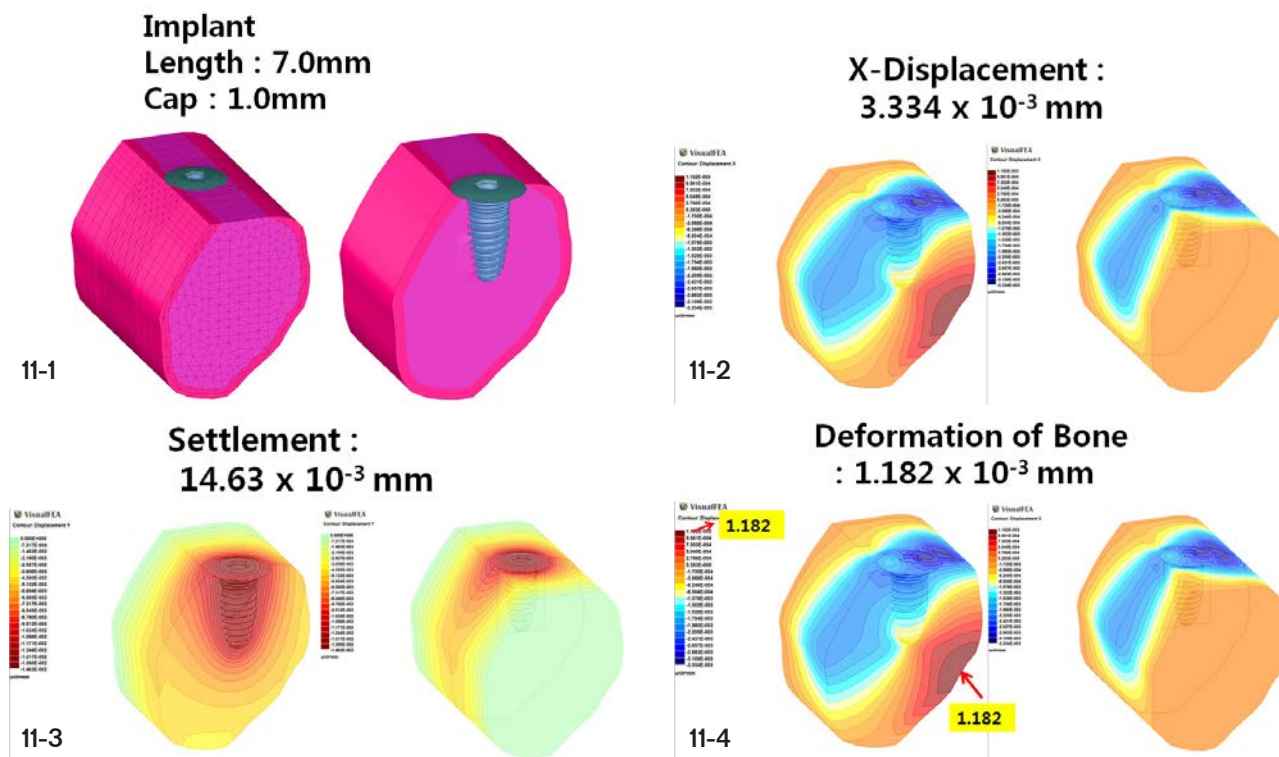


Figure 11. Stress distribution image shown by finite element analysis.

Table 2. Compare table

Item	Implant height	Convention type	CAP type			
			CASE-1 0.3 mm	CASE-2 0.5 mm	CASE-3 0.7 mm	CASE-3 1.0 mm
Settlement (10^{-3} mm)	5.6 mm	17.18	16.80	16.45	16.27	—
	7.0 mm	16.04	15.51	15.16	14.95	14.63
	10.0 mm	15.34	14.06	13.76	13.48	13.14
Displacement (10^{-3} mm)	5.6 mm	4.942	4.732	4.418	4.057	—
	7.0 mm	4.713	4.469	4.169	3.855	3.334
	10.0 mm	4.992	4.241	3.710	3.071	2.845
Deformation (10^{-3} mm)	5.6 mm	—	1.326	1.299	1.283	—
	7.0 mm	1.33	1.290	1.247	1.220	1.182

한편으로는 악골의 다양한 해부학적 구조로 인해서 임플란트의 길이가 짧아져야 하는 상황이 발생하기도 하는데 이 때 임플란트의 형태가 중요한 변수가 되기도 한다. 본 연구에서는 임플란트 경부에 날개를 0.3 mm부터 1.0 mm까지 형성하고 임플란트의 길이를 어느 정도 까지 짧게 하여서 임상적으로 적용 가능한가 하는 것을 알아보고자 하였다. 상악동에 의해서 잔존 치조골이 약해져 있는 환자에서 안전하고 보편적인 시술을 하기 위해 임플란트의 길이를 줄이려는 시도를 하는데 그 목적이 있다고 하겠다.

임플란트의 길이가 짧을수록 좋기는 하지만 길이가 5.6 mm인 경우에는 settlement되는 양을 비교 해 볼 때 날개 구조가 없는

conventional type의 임플란트 10 mm보다 좋지 않은 것을 볼 수 있으며 임플란트의 길이가 7.0 mm가 되면 날개의 길이가 0.3 mm만 되더라도 settlement가 15.51로 일반형 임플란트의 15.34와 비슷한 수치를 보이게 되며 0.5 mm가 되면 15.16의 수치를 보여서 일반형 임플란트에 비해 우수한 저항성을 나타내는 것을 볼 수 있다.

반면 측방변위에 대해서는 5.6 mm의 짧은 임플란트라 하더라도 0.3 mm의 날개를 만들어 줌으로서 변위되는 정도를 현격하게 줄여주는 효과를 얻는 것을 보게 된다. 5.6 mm의 길이와 0.3 mm의 날개를 가진 임플란트의 측방 변위는 Table 2에서 보여지듯이 4.732로서 일반형 임플란트의 4.992에 비해서 높은 측방변위 저항

성을 가지고 있는 것을 알 수 있다.

한편 임플란트가 식립 된 악골의 하방에 임플란트의 최 하단에 서 가장 근접한 부위에서 악골의 변형이 집중되는 현상이 발생하게 되는데 이때 날개의 길이가 길어지면 악골의 변형 정도가 감소하는 것이 수치로 나타나게 된다. 5.6 mm의 임플란트에서 0.3 mm의 날개를 가진 경우 악골의 변형 정도는 1.362 (Figure 4-4)인데

반해서 날개의 길이가 0.7 mm로 늘어나면 1.283 (Figure 6-4)으로 감소하는 것을 보게 된다(Table 2, Figure 12, 13).

본 실험을 통해서 날개가 있는 임플란트가 길이가 짧아진다 하더라도 주변의 골에 전달되는 응력을 분산시켜 줌으로 일반적인 형태의 임플란트를 식립하는 것에 비해서 더 좋은 결과를 가져올 수 있는 가능성을 발견하게 되었다. 만일 더 짧은 임플란트를 식립



Figure 12. Comparison of different wing designs.

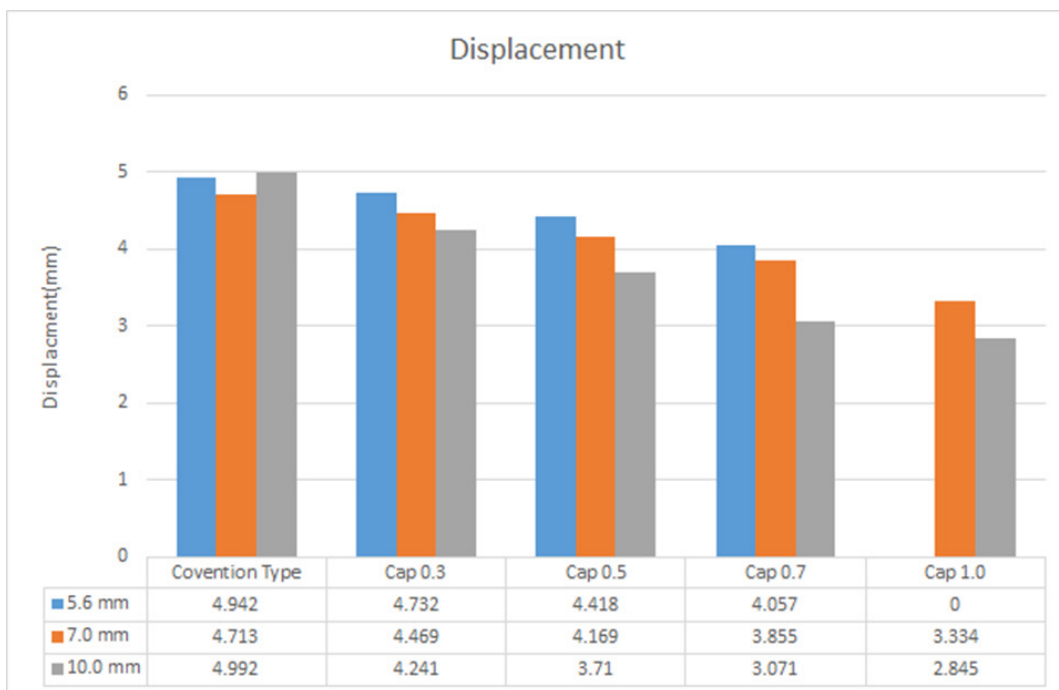


Figure 13. Comparison of different wing designs.

하고도 임상적으로 뛰어난 예후결과를 가져올 수 있다면 특히 상악동이나 하치조신경 등과 같이 해부학적으로 제한된 구조를 가진 경우 유용하게 사용할 수 있을 것이다.

1980년 Boyne 등³에 의해서 상악동 점막을 거상하여 공간을 만들었을 때 이곳에 골이 형성된다는 동물 실험 결과와 함께 성공적인 임상 증례를 보고한 이래 Tatum⁴에 의해서 상악동 골이식술의 여러 가지 방법이 소개되었으며 이후에 발전을 거듭하여 오늘날까지 이르렀지만 여전히 많은 문제점들을 가지고 있는 현실이다.

상악골에 임플란트를 식립할 때 가장 문제가 되는 해부학적인 구조물인 상악동은 자칫 잘 못 다루게 되면 상악동염이 발생하여 심한 경우는 전두동(frontal sinus)이나 사골동(ethmoidal sinus)까지 염증이 확산되게 된다. 이렇게 되면 두통이 발생하는 것은 물론이고 심하면 생명까지 위협하는 상황이 발생하게 된다.

Pjetursson 등⁵은 2008년에 그동안의 상악동에 관계되는 연구들을 정리해서 몇가지 결론을 얻었는데 상악동 골 이식술을 하고 나서 매년 3.5%의 임플란트 실패가 나와서 3년동안의 성공률이 90.1%가 된다고 하였는데 이는 일반적인 임플란트의 성공률이 95% 이상 되는 것에 비교하면 상악동 골 이식술을 시행 한 경우에서 성공률이 현저하게 낮은 것으로 판단할 수 있겠다. 이 보고서에는 상악동 점막이 손상된 경우 이식물의 감염이 2.9%까지 이르고 보고 하였다.

한편 Del Fabro 등⁶은 임플란트의 종류, 이식골의 종류, 술자숙련도 등에 따라서 상악동 골 이식술 성공률이 좌우되며 잘 조절되어지는 시술의 경우 성공률이 95% 정도 된다고 보고하기도 하였으나 좀 더 정확한 근거를 가지고 연구를 진행해야 할 것이라는 여운을 남기기도 하였다.

이런 문제점들을 위한 여러 대안 중 하나는 짧은 길이의 임플란트를 사용하는 것인데 길이가 짧아지는 경우 저작력등과 같은 힘이 가해질 때 응력에 의한 골 손실이나 파절현상 등에 취약해 질 수 밖에 없는 문제점들이 존재하게 된다. 임플란트의 길이와 직경의 차이에 따르는 임플란트의 성공률에 대한 결과를 관찰 한 논문들이 다양하게 나와 있는 것도 임플란트의 직경과 길이가 임상적인 결과에 많은 영향을 주기 때문이다⁷⁻⁹.

Renouard⁷에 연구에 의하면 과거에는 임플란트의 길이가 짧으면 임플란트의 실패율이 매우 높으며 이것이 오랫동안 정설로 자리잡고 있었으나 오늘날 임플란트의 디자인이 개선되고 술식이 개발되면서 성공률에서 차이를 보이지 않게 되었다고 주장하였다.

임플란트의 직경을 넓히는 것이 임플란트의 고정과 힘의 분산, 보철물의 안정성등에는 매우 긍정적인 영향을 주는 것은 사실이지만 실제로 임플란트의 수명을 좌우하는 치조골의 건전성이라는 면에서 볼 때는 직경이 넓어지면 매우 불리한 상황이 발생하게 되는데 Lee 등⁸의 연구에서도 교합력을 받을 때 임플란트 주변의 골이 가장 취약한 부분이라고 말하고 있는데 이는 이 부분이 흡수가 일

어날 가능성이 높은 것으로 해석 할 수도 있다. 이런 이유로 임플란트의 상부의 직경을 단순히 넓히는 것은 임상적인 측면에서는 불리하게 작용할 수도 있다는 것을 의미하게 된다.

다만 Bischof 등⁹이 보고하는 바와 같이 III type의 넓은 상부구조를 가진 임플란트와 통상적인 임플란트와 비교 해 보았을 때 골손실의 양에서 차이가 나지 않는다면 상부구조를 넓힌 임플란트의 사용을 고려 해 볼 수도 있을 것이다.

특히 Olate 등¹⁰의 분석에서 보여지는 것처럼 초기의 실패율은 직경이 가늘수록 많이 일어나며 이와 동일한 결과가 Barikani 등¹¹에 의해 보고되었다. 상악골의 흡수가 진행되어서 임플란트를 식립해야 할 부위의 치조골의 폭이 지나치게 좁아져 있고 상악동까지의 길이가 짧아져 있는 구강상태를 가진 환자에서 임플란트를 식립하려면 길이가 짧고 직경이 작은 임플란트를 식립해야 함으로 심겨진 임플란트의 성공률은 급격하게 감소할 수 밖에 없다.

본 연구에서 임플란트의 상부에 날개모양의 길이가 긴 구조물을 만들어서 주변의 골에 미치는 영향을 보고자 하는 것도 길이가 짧고 직경이 어느 정도 제한된 상태에서 성공적인 임플란트의 시술이 가능하게 만들고자 하는 의도에서이다. 특히 상악의 경우 발치를 시행한지 오랜 시간이 흐르면 치조골의 흡수와 함께 상악동까지의 거리가 짧아지게 되며 임플란트를 식립할 치조골의 폭경도 줄어들어서 짧고 직경이 가는 임플란트를 식립해야 하는 상황이 발생하게 된다. 이를 극복하기 위해서 상악동 골 이식술을 시행하는 경우가 많지만 이로 인한 부작용이 심각하며 그 빈도수도 증가하고 있는 실정이다.

임플란트 시술을 하고 나서 상악동에서 나타나는 부작용에 대해서는 Anavi 등을 비롯한 여러 연구자들에 의해서 보고가 되었고¹²⁻¹⁴, 상악동에 염증이 발생하거나 상악동에 임플란트가 함입되어 들어가는 경우 이를 해결하기 위한 방법들이 소개 되고 있기도 하다¹⁵.

상악동을 침범하는 것을 방지하기 위한 다른 방법으로 Seker 등¹⁶은 유한요소 분석을 통해서 임플란트를 45%까지 기울여서 상악골의 결절부위에 식립하고 발생하는 역학적인 분석을 하여서 시술에 대한 정당성을 주장 한 바가 있다. 이 방법은 실제 임상에서 사용을 하여서 매우 좋은 결과를 얻기도 하였으나 단지 이 수술방법이 상악골의 최후방 임플란트에 국한 될 수 밖에 없으며 상악골 결절부에 골량이 적어서 임플란트를 식립할 수 없는 상황에서는 적용할 수 없다는 한계점이 있었다.

임플란트의 형태변화로 불리한 환경에서 우수한 예후를 보일 수 있다면 상악골과 같은 환경에서도 사용할 수 있는 특별한 형태의 임플란트를 만들어 보고자 하는 노력이 필요할 것이다.

본 연구에서 보여지듯이 7.0 mm의 길이에 0.5 mm의 날개를 가진 임플란트가 생역학적으로 매우 우수한 결과를 보여주고 있는데 이것이 임상에서 사용 가능한지의 여부와 함께 더 짧은 길이의 임플란트를 이용한 술식이 가능 할 수 있는 연구를 지속적으로 해

나가야 할 것이다.

CONCLUSION

본 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 발치를 한 후 시간이 지나면서 함기화되어 비대해진 상악동에 짧은 길이의 임플란트를 이용한 시술을 할 수 있다면 가장 바람직한 일이 될 것이나 이 경우 임플란트의 displacement와 settlement의 양이 증가하게 되어 예측이 좋지 않게 되는데 이 때 임플란트의 상부에 날개형태의 구조물을 만들어 줌으로 임플란트가 측방이나 수직방향으로 변형되어 들어가는 현상을 보상 할 수 있게 된다.

2) 임플란트의 길이가 너무 짧은 경우에는(5.6 mm) 날개 구조가 있다 하더라도 10 mm의 표준 형 임플란트에 비해서 고정 효과가 떨어지는 것으로 나타났다.

3) 임플란트의 길이가 7 mm가 되면 날개의 길이가 0.5 mm만 되어도 10 mm의 일반형 임플란트에 비해서 수직, 수평 방향 모두에서 우수한 변형 억제 능력을 보여주었다.

4) 임플란트가 치조골의 경계부위에 가장 근접 해 있는 부분 즉 잔존 치조골이 가장 얇은 부분은 상악동의 잔존골과 식립된 임플란트가 만나는 부분으로 해석할 수 있는데 이 부분의 골의 변형 정도는 임플란트의 상부에 0.3 mm정도의 적은 양의 형태변화만 가해지더라도 변형량이 수치적으로 현저히 감소하는 경향을 보이고 있으며 7.0 mm길이와 1.0 mm의 날개를 가진 임플란트에서 가장 적은 변형을 보이고 있다. 이런 현상은 상악동 주변의 골이 흡수되어서 오랫동안 사용하던 임플란트에 문제가 생기는 현상을 방지해 줄 수 있을 것으로 사료된다.

5) 본 실험을 통해서 8.0 mm 이하의 길이를 가진 임플란트 (7.0 mm의 길이와 0.5 mm의 날개를 가진 임플란트)의 사용 가능성을 확인할 수 있었으며 이는 통념상 8.0 mm 이하의 임플란트는 예측이 좋지 않다는 생각을 바꿀 수 있는 계기가 될 것으로 생각된다.

6) 임플란트의 길이를 더 줄여서 임상에 폭넓게 적용할 수 있는 방법은 추가적인 연구를 통해서 밝혀져야 할 것이다.

REFERENCES

1. Park JW, Kim SG, Choi DW, Choi MR, Yoon YJ, Park JW, et al. Study of a wing-type implant on stress distribution and bone resorption at al-

- veolar crest. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2012;38:337-342.
2. Lee TS. Effects of the structural change of the implant on the stress distribution to the surrounding tissues and the stability of the implant. Graduate School of Clinical Dentistry, Hallym University Press Thesis article 2014;25-26.
3. Boyne PJ, James A. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. J Oral Surgery 1980;38:613-616.
4. Tayum H. Maxillary and sinus implant reconstructions. Dent Clin North Am 1986;30:207-229.
5. Pjertursson BE, Tan WC, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. J Clin Periodontol 2008;35:216-240.
6. Del Fabro M, Rosano G, Taschieri S. Implant survival rates after maxillary sinus augmentation. Eur J Oral Sci 2008;116:497-506.
7. Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. Clin Oral Implant Res 2006;17:35-51.
8. Lee JH, Frias V, Lee KW, Wright RF. Effect of implant size and shape on implant success rates: a literature review. J Prosthet Dent 2005;94:377-381.
9. Bischof M, Nedir R, Najm SA, Szmukler-Moncler S, Samson J. A five-year life-table analysis on wide neck ITI implants with prosthetic evaluation and radiographic analysis: results from a private practice. Clin Oral Impl Res 2006;17:512-520.
10. Olate S, Lyrio MCN, Moraes M, Mazzonetto R, Moreira RWF. Influence of diameter and length of implant on early dental implant failure. J Oral Maxillofac Surg 2010;68:414-419.
11. Barikani H, Rashtak S, Akbari S, Fard MK, Rokn A. The effect of shape, length and diameter of implants on primary stability based on resonance frequency analysis. Dent Res J 2014;11:87-91.
12. Anavi Y, Allon DM, Avishai G, Calderon S. Complication of maxillary sinus augmentations in a selective series of patients. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008;106:34-38.
13. Urban IA, Nagursky H, Church C, Lozada JL. Incidence, diagnosis, and treatment of sinus graft infection after sinus floor elevation: a clinical study. Int J Oral Maxillofac Implants 2012;27:449-457.
14. Barone A, Santini S, Sbordone L, Crespi R, Covani U. A clinical study of the outcomes and complications associated with maxillary sinus augmentation. Int J Oral Maxillofac Implants 2006;21:81-85.
15. Varol A, Tüker N, Goker K, Basa S. Endoscopic retrieval of dental implants from the maxillary sinus. Int J Oral Maxillofac Implants 2006;21:801-804.
16. Seker E, Ulusoy M, Qzan O, Dogan DO, Seker BK. Biomechanical effects of different fixed partial denture designs planned on bicortically anchored short, graft-supported long, or 45-degree-inclined long implants in the posterior maxilla: a three-dimensional finite element analysis. Int J Oral Maxillofac Implants 2014;29:e1-19.